

Partial Translation of JP 11(1999)-114351

Publication Date: April 27, 1999

Application No.: 1997-284077

Filing Date: October 16, 1997

Applicant: SANDENSHA KK

Applicant: Toshiaki YAMAMOTO

Applicant: Sadayoshi YOU

Inventor: Toshiaki YAMAMOTO

Inventor: Sadayoshi YOU

[0029]

A reactor 3 in this example is of a coaxial plasma reactor type wherein gamma alumina pellets (porous alumina) fill inside of a vessel as adsorbents and non-thermal plasma is generated at ordinary temperature and pressure by applying an AC current of voltage and frequency set at prescribed values to a wire-shaped central electrode 38.

[0030]

A current to be applied to a reactor 3 is not limited to an AC current and may be a pulse waveform current or a triangular wave current, etc., to be described later.

[0031]

As shown in FIG. 1, in the reactor 3, adsorbents 32 of gamma alumina pellets are housed in a reactor body 31 which is a closed vessel, and is provided a plasma electrode constituted of the wire-shaped central

electrode 38 that is installed in the center of the inside of the reactor body 31 and a mesh screen-shaped outer electrode 39 provided on the outer periphery of the reactor body 31.

[0032]

The reactor body 31 is formed like a straight pipe made of Pyrex material and having a diameter of approximately 20 cm and upper and lower openings thereof are blocked by bushes 331, 332 made of silicon material.

[0033]

In addition, laterally to the upper and lower sides of the reactor body 31 are provided piping connecting holes 33, 34, respectively, the connecting hole 33 on the upper side being connected to a gas supply piping 35 of an experimental apparatus, and the connecting hole 34 on the lower side being connected to a gas exhaust piping 36.

[0034]

The adsorbents 32 are filled so as to lie between the connecting holes 33, 34 provided above and below the reactor body 31. In other words, above the connecting hole 34 on the lower side of the reactor body 31 is arranged a perforated disk 37 made of non-conductive Teflon. The disk 37 not only retains pellets of adsorbents 32 within the reactor body 31, but also is such structured that gas can pass through the disk 37.

[0035]

The central electrode 38 constituting the plasma electrode and installed in the reactor body 31 and an external electrode 39 provided on the outer periphery of the reactor body 31 are electrically connected to a power supply unit, respectively.

[0036]

In other words, said central electrode 38 is made of stainless steel wire having a diameter of 3 mm, a lower end of the central electrode 38 being connected to the center of the disk 37 provided in the reactor body 31, and an upper end thereof penetrating the center of the bush 331 that blocks the upper opening of the reactor body 31 and being electrically connected to the power supply unit.

[0037]

In addition, the external electrode 39 is formed like a mesh screen-shaped made of copper, such configured to cover the outer periphery of the reactor body 31, and also electrically connected to the power supply unit 5 as with the central electrode 38.

[0038]

Thus, if an AC current of 60Hz, for instance, is applied from the power supply unit 5 to the central electrode 38, non-thermal plasma (ionized gas) can be generated at ordinary temperature and pressure between adsorbents 32 of relatively low dielectric constant that lie between the central electrode 38 and the external electrode 39. In addition, an AC current to be applied to the plasma electrode is not necessarily limited to the 60Hz mentioned above, and may be set in the range of 1 Hz to 1000 Hz, depending on conditions.

[0039]

As such, generation of non-thermal plasma between the adsorbents 32 enables waste gas adsorbed on the adsorbents 32 to be desorbed. In addition, desorption of waste gas from the adsorbents 32 can regenerate the

adsorbents 32 so that they can adsorb waste gas again.

[0040]

The mechanism of desorption by discharging is so complex that details thereof have not yet been understood now. However, if voltage is applied to the central electrode 38, for instance, a number of free electrons will be released and leave O₂ and N₂ within the gas ionized. Furthermore, it is believed that waste gas adsorbed on adsorbents is also excited and ionized at the same time, thus being discharged into a space radically and ionically. In addition, like this example, use of material of relatively low dielectric constant (gamma alumina in this example) for the adsorbents 32 can degrade decomposed waste gas, thereby enabling effective waste gas treatment. In other words, for decomposition of the desorbed waste gas as well, it is believed that gas molecules and waste gas ionized by electrons will become highly reactive intermediates (radicals) and be dissociated/degrade through radical reaction/ion reaction. Thus, it is believed that the radicals chain react and thus effectively facilitate the degradation reaction.

[0041]

In the following, we describe an experimental apparatus 1 using the reactor 3 configured as described above.

[0042]

As shown in FIG. 2, the experimental reactor 1 comprises a gas generating supply unit 2 for generating sample gas of predetermined components, a reactor 3 comprising the adsorbents 32 described above, a measuring unit 4 for measuring composition or concentration of gas flowing into and out of the reactor 3, and the power supply unit 5 for supplying

power to the plasma electrode of the reactor 3.

[0043]

The gas generating supply unit 2 comprises a compressor 21 to be driven by an electric motor, an air tank 22 having predetermined capacity that stabilizes air pressure generated by the compressor 21 and an automatic regulating valve 23 that regulates air flow at constant level, and two control valves 26, 27 that are provided on piping path leading to an air drier 25 that removes any moisture contained in air and piping path bypassing a sample gas generator 25 and that adjust concentration of sample gas and total flow.

[0044]

In the experimental apparatus 1, said sample gas generator 25 fills a container of predetermined capacity with solution in which samples of predetermined constituents are dissolved, and is such configured that not only an air supply port is arranged in the solution but also an air discharge port is arranged on the same solution level. Thus, as air passes through the solution, sufficient sample constituents will be contained in the passing air.

[0045]

In addition, not only a flow control valve 26 is provided at the gas supply piping connected to the sample gas generator 25, but also a similar flow control valve 27 is provided on the piping path bypassing the sample gas generator 25. Therefore, by adjusting throttling of the flow control valves 26, 27, a ratio of gas generated by the sample gas generator 25 to passing air can be changed, thereby enabling arbitrary setting of a flow rate or concentration of constituents of sample gas to be supplied to the reactor 3.

[0046]

The measuring unit 4 comprises a VOC (Volatile Organic Compound) measuring instrument 41 and an Nox (nitrogen oxide) measuring instrument 42 that have sensors arranged on the gas supply piping 35 and the gas discharge piping 36 of the reactor 3, wherein the respective measuring instruments are connected to recorders (not shown) so that they can record changes with time during experiments.

[0047]

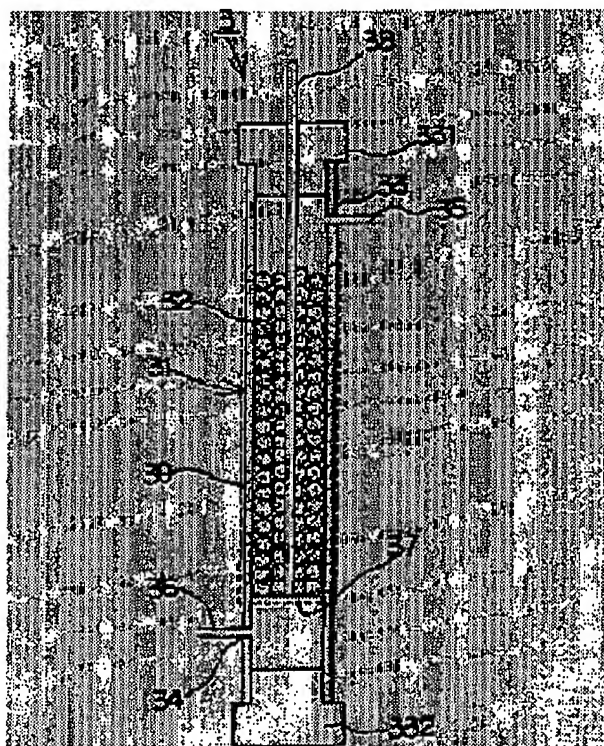
The power supply unit 5 comprises an external power supply 51, a transformer 52 for transforming power from the external power supply 51 into any voltage/current, and an ammeter/voltmeter 53 for measuring and monitoring supplied current and voltage.

METHOD OF DESORPTION AND REGENERATION BY NON-THERMAL PLASMA AND DEVICE THEREFOR

Patent number: JP11114351
Publication date: 1999-04-27
Inventor: YAMAMOTO TOSHIKI; YOU SADAYOSHI
Applicant: SANDENSHA KK; YAMAMOTO TOSHIKI; YOU SADAYOSHI
Classification:
- international: B01D53/04; B01D53/34; B01D53/81; B01D53/04; B01D53/34; B01D53/81; (IPC1-7): B01D53/04; B01D53/34; B01D53/81
- european:
Application number: JP19970284077 19971016
Priority number(s): JP19970284077 19971016

[Report a data error here](#)**Abstract of JP11114351**

PROBLEM TO BE SOLVED: To effectively perform desorption of waste gas adsorbed on adsorbents to lower running cost in a waste gas treating method in which waste gas is adsorbed on the adsorbents by applying non-thermal plasma to the adsorbents on which the waste gas is adsorbed. **SOLUTION:** A reactor 3 which is a device for realizing waste gas treatment has adsorbents 32 of gamma alumina pellets housed in a reactor body 31 which is a closed vessel. In the center of the inside of the reactor body 31, a wire-shaped central electrode 38 is installed, and on the outer periphery of the reactor body 31, a plasma electrode constituted of a mesh screen-shaped outer electrode 39 is fixed. By applying an AC current of voltage and frequency set at prescribed values to the central electrode 38, non-thermal plasma is generated at ordinary temperature and pressure. By thus generating the non-thermal plasma between the adsorbents 32, the waste gas adsorbed on the adsorbents 32 is desorbed, and by desorbing the waste gas from the adsorbents 32, the adsorbents 32 are regenerated.



Data supplied from the [esp@cenet](#) database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-114351

(43) 公開日 平成11年(1999) 4月27日

(51) Int.Cl.⁸B 0 1 D 53/04
53/34
53/81

識別記号

F I

B 0 1 D 53/04
53/34

A

審査請求 未解決 請求項の数12 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平9-284077

(22) 出願日 平成9年(1997)10月18日

(71) 出願人 591236220

株式会社三電舎

東京都港区浜松町2丁目7番15号

(71) 出願人 597146639

山本 俊昭

東京都港区浜松町2丁目7番15号 株式会
社三電舎内

(71) 出願人 597146640

楊 被保

東京都港区浜松町2丁目7番15号 株式会
社三電舎内

(74) 代理人 弁理士 森 正澄

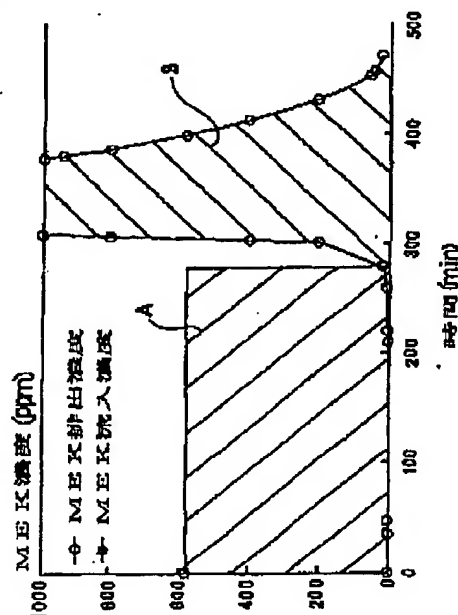
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 非熱プラズマによる脱着・再生方法及びその装置

(57) 【要約】

【目的】 排ガス処理において、排ガスを吸着材から効果的に脱着させ、排ガスの脱着及び吸着材の再生を効率良く、低廉な費用で行うことの可能な非熱プラズマによる脱着・再生方法及びその装置を提供することを目的とする。

【構成】 排ガスを吸着した吸着材に非熱プラズマを印加することにより、吸着材に吸着された排ガスを脱着するとともに、吸着材が再生され、また、発生した非熱プラズマによって、吸着材から脱着された排ガスの分解も行われる非熱プラズマの脱着・再生方法及びその装置である。



(2)

特開平11-114351

【特許請求の範囲】

【請求項1】排ガスを吸着材に吸着させる工程と、

前記排ガスを吸着した吸着材に非熱プラズマを印加する工程とを備え、

前記非熱プラズマの印加工程において、吸着材に吸着された排ガスの脱着とともに吸着材の再生を行うことを特徴とする非熱プラズマによる脱着・再生方法。

【請求項2】排ガスを吸着材に吸着させる工程と、

前記排ガスを吸着した吸着材に非熱プラズマを印加する工程とを備え、

前記非熱プラズマの印加工程において、吸着材に吸着された排ガスの脱着及び分解を行うとともに吸着材の再生を行うことを特徴とする非熱プラズマによる脱着・再生方法。

【請求項3】排ガスを吸着材に吸着させる工程と、

前記排ガスを吸着した吸着材に非熱プラズマを印加し

て、吸着材に吸着された排ガスを脱着するとともに、吸着材の再生を行う工程と、

前記吸着材から脱着された排ガスに引火を促す引火誘発工程とを備え、

前記脱着された排ガスの引火により分解を行うことを特徴とする非熱プラズマによる脱着・再生方法。

【請求項4】前記非熱プラズマを印加する工程は、パルス放電方式、無声コロナ放電方式、充填層バリア放電方式、沿面放電方式若しくは直流コロナ放電方式、又は、これらの結合による方式を用いたことを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載した非熱プラズマによる脱着・再生方法。

【請求項5】前記吸着材に多孔性で誘電率の高い材質の吸着材を用いることを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載した非熱プラズマによる脱着・再生方法。

【請求項6】前記排ガスを吸着材に吸着させる工程と、前記非熱プラズマの印加工程とが、同じ密閉空間内で行われることを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載した非熱プラズマによる脱着・再生方法。

【請求項7】前記排ガスを吸着材に吸着させる工程と、前記非熱プラズマの印加工程とが、異なる密閉空間内で行われることを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載した非熱プラズマによる脱着・再生方法。

【請求項8】排ガスの出入り口を設けた容器と、

前記容器内に配置された、排ガスを吸着する吸着材と、前記吸着材に非熱プラズマを印加する手段と、を備えたことを特徴とする非熱プラズマによる脱着・再生装置。

【請求項9】排ガスの出入り口を設けた容器と、

前記容器内に配置された、排ガスを吸着する吸着材と、前記吸着材に非熱プラズマを印加する手段と、前記吸着材に吸着された排ガスを分解する手段と、を備えたことを特徴とする非熱プラズマによる脱着・再生装置。

【請求項10】排ガスの出入り口を設けた容器と、

前記容器内に配置された、排ガスを吸着する吸着材と、前記吸着材に非熱プラズマを印加する手段と、

前記吸着材に吸着された排ガスの引火を促す引火誘発手段と、を備えたことを特徴とする非熱プラズマによる脱着・再生装置。

【請求項11】前記吸着材に非熱プラズマを印加する手段は、パルス放電方式、無声コロナ放電方式、充填層バリア放電方式、沿面放電方式若しくは直流コロナ放電方式、又は、これらの結合による方式を用いた手段によって行うことを特徴とする請求項8乃至10のいずれかに記載した非熱プラズマによる脱着・再生装置。

【請求項12】前記吸着材に多孔性で誘電率の高い材質の吸着材を用いることを特徴とする請求項8乃至10のいずれかに記載した非熱プラズマによる脱着・再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、吸着材を用いた排ガス処理方法に係り、特に吸着材に吸着した排ガスを非熱プラズマを用いて効果的に脱着することのできる排ガス処理技術に関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、食品製造、化学工業、機械、農業等の各種産業や、自動車、レストラン、家庭等の日常生活から発生する廃棄ガス、揮発性有機化合物、悪臭、その他、NO_x（窒素酸化物）や、SO_x（硫黄酸化物）、有毒ガス等（以降、これらを排ガスと総称する。）を無害化する排ガス処理方法としては、（1）燃焼方式、（2）触媒方式、（3）吸着方式等が知られている。

【0003】前記（1）燃焼方式とは、排ガスを高温に加熱し、排ガスに含まれる有害成分を熱分解したり、燃焼して、無害化するものであり、原理的に最も単純なものである。また、（2）触媒方式とは、触媒を用いて、排ガスに含まれる特定の有害な化学成分を、比較的無害な化学成分に変化させる化学的な反応の反応速度を促進させたものである。この方式に用いられる触媒は、反応によって触媒自体が化学的に変化したり、消費したりすることなく、触媒量が比較的少量で済むため、一般的に燃焼式エンジンの車両等に搭載されて用いられている。また、（3）吸着方式とは、排ガス中の有害成分を吸着材の素材内部に取り込んで除去する方式であり、各種の吸着素材を所定形状に形成した吸着材等が提案されている。

【0004】特に、前記（3）吸着方式は、化合物として特定できない排ガス中の有害成分の除去や、排ガス中の悪臭の除去にも有効であることが知られている。

【0005】（3）吸着方式に用いられる吸着材としては、例えば、活性炭、活性アルミナ、モレキュラーシーブ、シリカゲル等が広く使用されている。これらの吸着

(3)

特開平11-114351

材には、1回のみ使用可能であるものや、再生処理を施すことにより再利用可能なものもある。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、前述したような排ガス処理方法においては、以下のような問題が生じていた。

【0007】すなわち、(1) 燃焼方式においては、排ガスを十分に無害化するためには、多大な燃焼用のエネルギーが必要となり、経済的ではないという問題があった。特に、排ガス中に含まれる有害成分の濃度は、比較的に低濃度であることが多いため、この低濃度の有害成分の分解に必要なエネルギーをより多く消費する傾向があった。

【0008】また、(2) 触媒方式においては、触媒が被毒される可能性があり、十分な信頼性を確保することが困難であった。

【0009】すなわち、被毒とは、触媒の反応において、触媒作用を著しく減少させ、又は、全く失わせる物質である触媒毒による作用をいい、原理的に常時、排ガス流にさらしていなければならない(2) 触媒方式においては、排ガス流に含まれた触媒毒に触媒が接触し被毒する危険性を回避できない。触媒毒と反応する化学成分は固有の成分であるため、処理成分に応じた触媒を用いて、触媒反応に最適な温度環境とすることができれば、前記問題は回避される。しかし、例えば、効果的な触媒反応に最適な温度は、300℃以上であり、常温において効果的な触媒反応を示す場合は少ない。このため、実用条件として、多様な環境条件下で、多種多様の成分を含む排ガスを処理する方法としては、前記触媒反応は、柔軟性や反応性に欠け、適していないという問題がある。

【0010】また、(3) 吸着方式においては、吸着材を再利用するために、吸着材から吸着されたガス成分を分離するための工程や、吸着材から分離された排ガスを無害化する工程や、吸着材を再度吸着可能となるように再生処理する工程等が別途必要となり、再利用の工程が煩雑であり、再利用工程のための装置及び再利用工程に使用されるエネルギーが必要となって運用コストの高騰を招くという問題があった。特に、再利用工程においては、高温ガスが低圧蒸気等を用いるため、装置の密封化が必要となり、装置自体のコストも高いものである。

【0011】そこで、本発明は、前記従来技術の問題点に鑑みて、吸着材の脱着・再生方法により、追加的な装置を必要とせずに、常温常圧で処理することができ、ランニングコストの低減化が可能である非熱プラズマによる脱着・再生方法及びその装置を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は、排ガスを吸着

材に吸着させる工程と、前記排ガスを吸着した吸着材に非熱プラズマを印加する工程とを備え、前記非熱プラズマの印加工程において、吸着材に吸着された排ガスの脱着とともに吸着材の再生を行う構成の非熱プラズマによる脱着・再生方法である。

【0013】また、本発明は、排ガスを吸着材に吸着させる工程と、前記排ガスを吸着した吸着材に非熱プラズマを印加する工程とを備え、前記非熱プラズマの印加工程において、吸着材に吸着された排ガスの脱着及び分解を行うとともに吸着材の再生を行う構成の非熱プラズマによる脱着・再生方法である。

【0014】また、本発明は、排ガスを吸着材に吸着させる工程と、前記排ガスを吸着した吸着材に非熱プラズマを印加して、吸着材に吸着された排ガスを脱着するとともに、吸着材の再生を行う工程と、前記吸着材から脱着された排ガスに引火を促す引火誘発工程とを備え、前記脱着された排ガスの引火により分解を行う構成の非熱プラズマによる脱着・再生方法である。

【0015】また、本発明は、排ガスの出入り口を設けた容器と、前記容器内に配置された、排ガスを吸着する吸着材と、前記吸着材に非熱プラズマを印加する手段と、を備えた非熱プラズマによる脱着・再生装置である。

【0016】また、本発明は、排ガスの出入り口を設けた容器と、前記容器内に配置された、排ガスを吸着する吸着材と、前記吸着材に非熱プラズマを印加する手段と、前記吸着材に吸着された排ガスを分解する手段と、を備えた非熱プラズマによる脱着・再生装置である。

【0017】また、本発明は、排ガスの出入り口を設けた容器と、前記容器内に配置された、排ガスを吸着する吸着材と、前記吸着材に非熱プラズマを印加する手段と、前記吸着材に吸着された排ガスの引火を促す引火誘発手段と、を備えた非熱プラズマによる脱着・再生装置である。

【0018】これらの方法、装置において、前記吸着材に非熱プラズマを印加する工程、手段は、パルス放電方式、無声コロナ放電方式、充填層バリア放電方式、沿面放電方式若しくは直流コロナ放電方式、又は、これらの組合による方式を用いた工程、手段によって行うとよい。

【0019】また、前述した方法、装置ととりわけ充填層バリア放電方式において、前記吸着材に多孔性及び誘電率の高い材質の吸着材を用いるとよい。

【0020】また、前述した方法、装置において、前記排ガスを吸着材に吸着させることと、前記非熱プラズマを印加することが、同じ密閉空間内で行われるのみならず、異なる密閉空間内で行うこともできる。

【0021】このように、排ガスの処理において、排ガスが吸着された吸着材に非熱プラズマを印加する工程、手段を備えたことにより、前記吸着材に吸着された排ガ

(4)

特開平11-114351

スが、非熱プラズマの発生によって効果的に吸着材から脱着される。また、本発明によれば、非熱プラズマの作用によって、排ガスが脱着された吸着材は、特別な再生工程を必要とせずに、再度の排ガスの吸着が可能状態に再生される。また、吸着材から脱着された排ガスは、非熱プラズマが発生しているプラズマゾーンに放出されることになるため、排ガスの分解も行われるという利点を有する。

【0022】また、脱着された排ガスが、例えば、1% 温度以上の揮発性有機化合物等の可燃性物質である場合は、排ガスの引火を促す引火誘発工程、手段を設けることにより、排ガス自体の燃焼によって分解を促進し、脱着された排ガスの分解を効率的に行うことができ、その結果、ランニングコストを低減することが可能となる。

【0023】また、非熱プラズマを印加する工程、手段として、パルス放電方式、無声コロナ放電方式、充填放電方式、沿面放電方式もしくは直流コロナ放電方式、又は、これらの結合による方式を用いることにより、従来のように真空条件が必要となる等の複雑な工程又は装置を必要とせずに、比較的簡易な工程又は簡易な構造の装置を用いて非熱プラズマを発生させることができ、環境状況等によって変化する排ガスを最適な条件で吸着材から脱着することができる。

【0024】また、吸着材に誘電率の高い材質を用いると、効果的に非熱プラズマを発生させることができるため、効果的に排ガスを脱着することができるとともに、脱着された排ガスを効率良く分解することができる。

【0025】このように、本発明によれば、吸着材に吸着された排ガスを、吸着材に非熱プラズマを印加することにより、効率よく吸着材から脱着することができ、吸着材から排ガスを脱着することにより吸着材の再生も行うことができる。このため、従来のように排ガス処理プロセスにおいて、別装置を設ける必要なく、一つの反応機において効率的に、排ガス成分の脱着、吸着材の再生及び脱着された排ガスの分解を行うことが可能となり、装置全体の大きさを制限することができ、必要エネルギーの最小化によりランニングコストの低廉化を図ることができる。

【0026】また、本発明によれば、排ガスの吸着工程のみ別工程で行うこともでき、また、脱着された排ガスの分解を別工程として設けることも可能であるため、使用状況等の変化により、柔軟に対応することができ、汎用性を向上することができる。

【0027】

【発明の実施の形態】以下に本発明に係る具体例を図1ないし図4に基づいて説明する。

【0028】まず、本具体例の排ガス処理を実現する装置であるリアクタ構成を図1に示し、また、実験装置の概略構成図を図2に示し、これらの図に基づいて本例の排ガス処理方法を説明する。

【0029】本例のリアクタ3は、容器内部に吸着材としてガンマアルミナ（多孔質性のアルミナ）のペレットが充填した同軸プラズマリアクタ形式であり、ワイヤー状の中央電極38に、所定値に設定された電圧及び周波数のAC電流を印加することにより、常温常圧下で非熱プラズマを発生させる装置である。

【0030】尚、リアクタ3に印加する電流は、AC電流に限らず、後述するようにパルス波形電流又は三角波電流等でもよい。

【0031】図1に示すように、リアクタ3は、密閉容器であるリアクタ本体31にガンマアルミナのペレット状の吸着材32が収納されており、リアクタ本体31の内部中央に配設されたワイヤー状の中央電極38及びリアクタ31の外周に設けられたメッシュスクリーン状の外部電極39から構成されるプラズマ電極を設けている。

【0032】このリアクタ本体31は、パイレックス製の素材を用いて直径20cm程度の直管状に形成されており、上下の開口部はシリコン製の素材を用いたブッシュ331、332によって閉塞されている。

【0033】また、このリアクタ本体31の上側及び下側の側方には、それぞれ、配管接続孔33、34が設けられおり、上側の接続孔33は、実験装置のガス供給配管35に接続され、下側の接続孔34は、実験装置のガス排出配管36に接続されている。

【0034】前記吸着材32は、リアクタ本体31の上下に設けられた接続孔33、34間に位置するように充填されている。すなわち、リアクタ本体31の下側接続孔34の上方に、非電導性のテフロン等の素材を用いて、多孔を設けた円板37が配置されており、この円板37でペレット状の吸着材32を、リアクタ本体31内に保持するとともに、ガスが円板37を通過できるように構成されている。

【0035】プラズマ電極を構成するリアクタ本体31内に設置された中央電極38と、リアクタ本体31の外周に設けられた外部電極39は、それぞれ電源部に電気的に接続されている。

【0036】すなわち、前記中央電極38には、直径3mmのステンレス・スチールワイヤーが用いられており、この中央電極38の下端は、リアクタ本体31内に設けられた円板37の中心に接続され、その上端は、リアクタ本体31の上側開口を閉塞するブッシュ331の中央を貫通して、電源部に電気的に接続されている。

【0037】また、外部電極39は、鋼製のメッシュスクリーン状に形成されて、リアクタ本体31の外周を覆うように構成され、中央電極38と同様に電気的に電源部5に接続されている。

【0038】従って、電源部5から中央電極38に、例えば60HzのAC電流を印加すると、中央電極38と外部電極39の間に位置する誘電率の比較的低い吸着材

(5)

特開平 11-114351

32の間に常温常圧下において、非熱プラズマ（電離気体）を発生させることができる。尚、プラズマ電極に印加するAC電流は、前述した60Hzに限らず、条件に応じて1Hz～1000Hzで設定してもよい。

【0039】このように、吸着材32の間に非熱プラズマを発生させることにより、吸着材32に吸着していた排ガスを脱着することができる。また、吸着材32から排ガスを脱着することにより、再度の排ガスが吸着可能となるように吸着材32を再生することができる。

【0040】放電による脱着の機構は複雑であり、現在においても詳しい機構の解明はなされていないが、例えば、中央電極38に電圧を印加することにより、多数の自由電子が放出され、この電子が気体中のO₂とN₂を電離させ、更に、吸着材に吸着されていた排ガスも同時に励起・電離され、ラジカル的、イオンの空気に放出せられるものと考えられる。また、本例のように、吸着材32に誘電率の比較的低い材料（本例においては、ガンマアルミナ）を用いると、脱着された排ガスを分解して効果的に排ガス処理できるようにしている。すなわち、この脱着された排ガスの分解についても、電子によって電離された気体分子と排ガスは、反応性の高い中間体（ラジカル）となって、ラジカル反応・イオン反応により解離・分解していくものと考えられ、このラジカルが連鎖的に反応して効果的に分解反応を促進していると考えられている。

【0041】次に、前述のように構成されたリアクタ3を用いた実験装置1について説明する。

【0042】図2に示すように、この実験装置1は、所定成分の試料ガスを発生するガス生成供給部2と、前述した吸着材32を備えたリアクタ3と、このリアクタ3に流入・排出されるガスの成分や濃度を測定する測定部4と、このリアクタ3のプラズマ電極に電力を供給する電源部5とから構成されている。

【0043】このガス生成供給部2は、電導モータによって駆動されるコンプレッサ21と、このコンプレッサ21が生成したエア圧力を安定化する所定容量のエアタンク22とエア流量を一定に調節する自動調整弁23と、エア中に含まれる水分を除去するエア乾燥機25に至る配管経路及び試料ガス発生器25をバイパスした配管経路上に設けられて、試料ガスの濃度や全体の流量を調節する2つの制御弁26、27とから構成されている。

【0044】この実験装置1において、前記試料ガス発生器25は、所定容量の容器に、所要成分の試料を溶解させた溶液を充填し、この溶液内にエア供給口が位置するように配設するとともに、同溶液面の上にエア排出口が位置するように構成されている。従って、溶液中をエアが通過することにより、この通過エア中に試料成分が十分に含まれる。

【0045】また、試料ガス発生器25に接続されたガ

ス供給配管には、流量制御弁26が設けられるとともに、試料ガス発生器25をバイパスする配管経路上にも、同様の流量制御弁27が設けられている。従って、流量制御弁26、27の絞り開度を調節することにより、試料ガス発生器25が生成したガスと通流するエアとの比率を変更でき、リアクタ3に供給する試料ガスの流量や成分濃度を、任意に設定することができる。

【0046】前記測定部4は、リアクタ3のガス供給配管35及びガス排出配管36に、センサを配設したVOC（Volatile Organic Compound：揮発性有機化合物）測定器41と、NO_x（窒素化合物）測定器42から構成され、これらの各測定器は、図示を省略した記録器に接続され、実験時の時間経過に伴う変化を記録できるようにしている。

【0047】前記電源部5は、外部電源51と、外部電源51からの電力を任意の電圧・電流に変換する変圧器52と、供給電流及び電圧を測定して監視する電流及び電圧形53とから構成されている。

【0048】次に、前記実験装置1を用いて行った第1の実験結果について、図面に基いて説明する。

【0049】以下に実験の主要な項目を示す。

【0050】プラズマリアクタ：充填層バリア放電方式
ペレット：直径3.2mm（1/8インチ）のガンマアルミナビーズ、79ml

リアクタ直径：20mm

リアクタ有効長さ：260mm

中央電極：直径3mmのステンレス・スチールワイヤー

外部電極：リアクタ外周を覆う銅のメッシュスクリーン

吸着プロセス

排ガス：乾燥空気中の揮発性有機化合物（MEK：メチルエチルケトン）濃度580ppm

ガス流量：2L/min

吸着時間：270分

脱着・再生・分解プロセス

印加電圧：22.5kV

本実験の試料ガスとして、比較的に分解が困難なMEK（メチルエチルケトン）を使用し、リアクタに通流するMEK濃度を580ppmに設定した。

【0051】そして、この試料ガスを毎分2Lの流量で、リアクタに270分間供給した。

【0052】試料ガスの供給後、リアクタ出口側でMEK濃度を測定すると、MEK濃度はほぼ零の値となり、高い効率で試料ガスであるMEK成分がリアクタ内の吸着材に吸着していることが確認できる。

【0053】次に、試料ガスの供給を停止し、前記試料ガスが供給されていた流量と同量の流量のエアを供給しつつ、リアクタ3のプラズマ電極間に22.5kVの電圧を印加してプラズマを発生させた。

【0054】前述したようにプラズマ電極間に電圧を印加することにより、吸着材から排ガスが脱着されるとと

(6)

特開平11-114351

もに、吸着材の再生が行われ、脱着された排ガスの分解が行われる。

【0055】図3は、リアクタの入口側及び出口側において測定した、MEK濃度と時間の関係を示す図である。

【0056】すなわち、図3は、270分間の吸着動作により、吸着材にMEKを吸着させた後、MEKの供給を停止し、その後、プラズマ電極に電力を供給して前記MEK供給流量と同流量のエアを流通しつつ脱着を開始し、脱着動作が終了するまでMEK濃度状況を示している。

【0057】図3中、右上がり斜線で示される積分値Aは、吸着材に吸着されたMEK量を示し、右下がり斜線で示される積分値Bは、吸着材から脱着されたMEK量を示す。この積分値Aと積分値Bの差が脱着された排ガスの分解率を示す。すなわち、吸着材から脱着された排ガスが、全く分解されない場合は、積分値Aと積分値Bは同じ値となり、脱着された排ガスが100%分解される場合は、積分値Bは零となる。

【0058】図3において、積分値Bは、積分値Aよりも小さいため、脱着されたMEKが分解されていることが確認できる。

【0059】また、図3に示すように、この実験から吸着時間よりも短い時間で吸着材の脱着処理がなされることが確認できた。

【0060】尚、吸着材の脱着率は、ガス成分の滞留時間、プラズマ電極に印加する電圧、及び、吸着材の誘電率を、相互に適切に設定して組み合わせることにより、最適化が可能である。

【0061】本実験においては、吸着材に多孔性材質かつ誘電率の比較的低いガンマアルミナを用い、比較的簡易な構造で、吸着材に非熱プラズマを発生させたことにより、吸着材から排ガスを脱着するとともに、脱着された排ガスを分解することができ、排ガス処理のプロセスを簡略化することができる。

【0062】また、本例によれば、吸着材から排ガスを脱着する脱着処理とともに、吸着材の再生処理を行うことができる。このため、吸着材の再生処理を別工程を用いて行う必要がなく、そのための装置や場所等を簡略化することができる。

【0063】次に、前記実験装置1を用いて行った第2の実験結果について、図面に基づいて説明する。

【0064】以下に実験の主要な項目を示す。

【0065】プラズマリアクタ：充填層バリア放電方式
ペレット：直径3.2mm（1/8インチ）のガンマアルミナビーズ、20ml

リアクタ直径：20mm

リアクタ有効長さ：60mm

中央電極：直径3mmのステンレス・スチールワイヤー

外部電極：リアクタ外周を覆う銅のメッシュスクリーン

吸着プロセス

排ガス：乾燥空気中の揮発性有機化合物（MEK：メチルエチルケトン）濃度680ppm

ガス流量：2L/min

吸着時間：50分

脱着・再生・分解プロセス

印加電圧：22.5kV

図4は、リアクタの入口側及び出口側において測定した、MEK濃度と時間の関係を示す図である。

【0066】すなわち、図4により、50分間の吸着動作により、吸着材にMEKを吸着させた後、MEKの供給を停止し、前記MEK供給流量と同流量（2L/min）のエアを流通しつつ、プラズマ電極に電力を供給して非熱プラズマを発生させて脱着を開始し、脱着動作が終了した後（50分から90分の40分間）、再度、前記MEKと同濃度同流量のMEKを供給して50分間（90分から140分）の吸着動作を行う。その後、MEK及びエアの流通を一旦停止させ、電圧は印加したままで非熱プラズマを発生させて脱着及び分解を継続した後（140分から180分の40分間）、前記流量と同量の流量のエアを流通しつつ、排ガスの脱着・分解を行うと、流量を停止させていた間にすでに脱着されていたMEKが加算されて、より高濃度のMEKの脱着が観察される。

【0067】図4に示すように、50分間の吸着動作をした場合のMEK量（50分間の積分値）と脱着されたMEK量（その後の40分間の積分値）の比から、85%程度のガス分解が生じていることが確認でき、脱着されたMEKが効率よく分解されていることが解る。

【0068】また、図4において、MEKを50分間吸着し、非熱プラズマを発生させて40分間程度脱着動作を行った後、再度MEKを吸着材に吸着させると、最初の吸着量と同程度のMEK量が吸着材に吸着されていることが確認でき（90分から140分までの50分間の積分値）、吸着材が再生されていることが確認できた。

【0069】このように、本実験においては、誘電率の比較的低い吸着材を用いて排ガス成分の一つである揮発性有機化合物の吸着を行い、前記吸着材に常温常圧下で非熱プラズマを発生させることにより、排ガスを前記吸着材から効果的に脱着し、前記吸着材の再生を行うとともに、吸着材から脱着された排ガスを非熱プラズマによって分解することができ、効率よく排ガス処理を行うことができることが確認できた。

【0070】また、本実験で行ったMEK濃度680ppm、50分間の吸着プロセスは、実際の実用環境における濃度の10倍乃至20倍の濃度であり、通常的环境下においては、500分～1,000分間の吸着プロセスに相当し、低濃度のVOC分解に特に有効な手段である。また、高濃度条件下においても、本発明を用いることにより、常温常圧下で脱着・再生・分解の排ガス処理

(7)

特開平11-114351

プロセスを効率よく実施することができ、排ガス処理プロセスの大幅な簡略化と、省電力化を実現することが可能となる。

【0071】尚、吸着材から脱着された揮発性有機化合物等の可燃性物質は、濃度が1%以上に達すると誘発的に引火し、自己分解が促進される。このため、脱着工程後に、吸着材から脱着された排ガスの引火を促す、パイロットランプ等の引火誘発手段を備えることにより、脱着された排ガスが自然的に自己分解されるので、更に、消費電力を低減することができ、従来の排ガス処理プロセスと比較して、消費電力を10分の1乃至100分の1まで容易に低減することが可能となる。

【0072】また、本実験においては、排ガス中に含まれるMEKを試料として用いたが、本発明の非熱プラズマによる脱着・再生方法及びその装置は、その他の成分、例えば、NO_x、有毒ガス等を含む排ガス一般に用いることができる。

【0073】また、本実験においては、充填層バリア放電方式を用いて非熱プラズマを発生させたが、例えば、 dV/dt （電圧変動率）が大きく、規則的に変動する波形、すなわち、矩形波（Square wave form）を用いる電源、その他、パルス放電方式、無声コロナ放電方式、沿面放電方式若しくは直流コロナ放電方式、又は、これらの結合による方式を用いて非熱プラズマを発生させることができ、使用条件に合わせて適切な排ガス処理を行うことが可能である。

【0074】また、吸着材として、ガンマアルミナ（比誘電率10程度）を使用した、本例の吸着材に限らず、排ガス成分を十分に吸着でき、且つ、非熱プラズマの発生が容易な、強誘電性の材料を使用することが可能であり、例えば、多孔性の圧電素子材料を用いることができ、より短時間で排ガスを脱着、分解することが可能となる。

【0075】また、本例においては、排ガスの吸着・脱着・分解及び吸着材の再生を同装置で行った実験例を示したが、例えば、吸着のみを行った後、別工程及び別装置で脱着を行い、その後、更に、別工程及び別装置で脱着された排ガスの分解動作を行うことも可能であり、使用環境に合わせて最適な排ガス処理を行うことが可能である。

【0076】

【発明の効果】以上説明したように、本発明は、排ガスを吸着させた吸着材に非熱プラズマを印加し、前記非熱プラズマの発生によって、吸着材に吸着された排ガスの脱着、吸着材の再生、及び脱着された排ガスの分解を行う方法及びその装置である。

【0077】このように、排ガスの処理において、排ガスが吸着された吸着材に非熱プラズマを印加する工程を備えたことにより、前記吸着材に吸着された排ガスが、非熱プラズマの発生によって効果的に吸着材から脱着さ

れる。また、本発明によれば、非熱プラズマの作用によって、排ガスが脱着された吸着材は、特別な再生工程を必要とせずに、再度の排ガスの吸着が可能な状態に再生される。また、吸着材から脱着された排ガスは、非熱プラズマが発生しているプラズマゾーンに放出されることになるため、排ガスの分解も行われるという利点を有する。

【0078】また、脱着された排ガスが、例えば、1%濃度以上の揮発性有機化合物等の可燃性物質である場合は、排ガスの引火を促す引火誘発手段を設けることにより、排ガス自体の燃焼によって分解を促進し、脱着された排ガスの分解を効果的に行うことができ、その結果、ランニングコストを低減することが可能となる。

【0079】また、非熱プラズマを印加する工程又は手段として、パルス放電方式、無声コロナ放電方式、充填放電方式、沿面放電方式若しくは直流コロナ放電方式、又は、これらの結合による方式を用いることにより、従来のように真空条件が必要となる等の複雑な工程又は装置を必要とせずに、比較的簡易な工程又は簡易な構造の装置を用いて非熱プラズマを発生させることができ、環境状況等によって変化する排ガスを最適な条件で吸着材から脱着することができる。

【0080】また、例えば、吸着材として低誘電率のペレットを用いたが、誘電率の高い材料を用いると効果的に非熱プラズマを発生させることができるため、効果的に排ガスを脱着することができるとともに、脱着された排ガスをより効果的に分解することができる。

【0081】このように、本発明によれば、吸着材に吸着された排ガスを、吸着材に非熱プラズマを印加することにより、効率よく吸着材から脱着することができ、吸着材から排ガスを脱着することにより吸着材の再生も行うことができる。このため、従来のように排ガス処理プロセスにおいて、別装置を設ける必要なく、一つの反応機において効果的に、排ガス成分の脱着、吸着材の再生及び脱着された排ガスの分解を行うことが可能となり、装置全体の大きさを制限することができ、必要エネルギーの最小化によりランニングコストの低廉化を図ることができる。

【0082】また、本発明によれば、排ガスの吸着工程のみ別工程で行うこともでき、また、脱着された排ガスの分解を別工程として設けることも可能であるため、使用状況等の変化により、柔軟に対応することができ、汎用性を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の具体例に係り、本実験に用いた充填層バリア放電方式のプラズマリアクタの概略構成を説明する縦断面図である。

【図2】本発明の具体例に係り、図1に示すリアクタを用いた実験装置の全体構成を示す概略構成図である。

【図3】本発明の具体例に係り、図2に示す実験装置を

(8)

特開平 11-114351

用いて測定した時間とMEK（試料ガス）濃度の関係を示す図である。

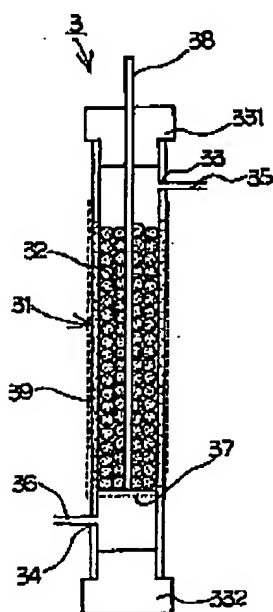
【図4】本発明の他の具体例に係り、図2に示す実験装置を用いて測定した時間とMEK（試料ガス）濃度の関係を示す図である。

【符号の説明】

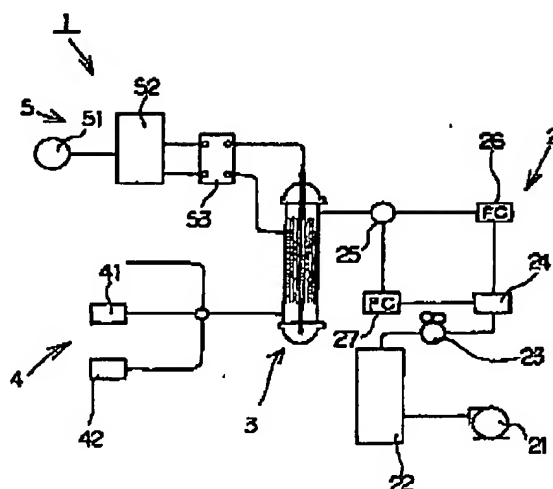
- 1 実験装置
- 2 ガス生成供給部
- 3 リアクター
- 4 測定部
- 5 電源部
- 21 コンプレッサ
- 22 エアタンク
- 23 自動制御弁
- 24 エア乾燥器
- 25 試料ガス発生器
- 26 流量制御弁
- 27 流量制御弁

- 31 リアクタ本体
- 32 吸着材
- 33 配管接続孔
- 34 配管接続孔
- 35 ガス供給配管
- 36 ガス排出配管
- 37 円板
- 38 中央電極
- 39 外部電極
- 41 VOC測定器
- 42 NOx測定器
- 51 外部電源
- 52 変圧器
- 53 電流及び電圧計
- 331 プッシュ
- 332 プッシュ
- A 積分値
- B 積分値

【図1】



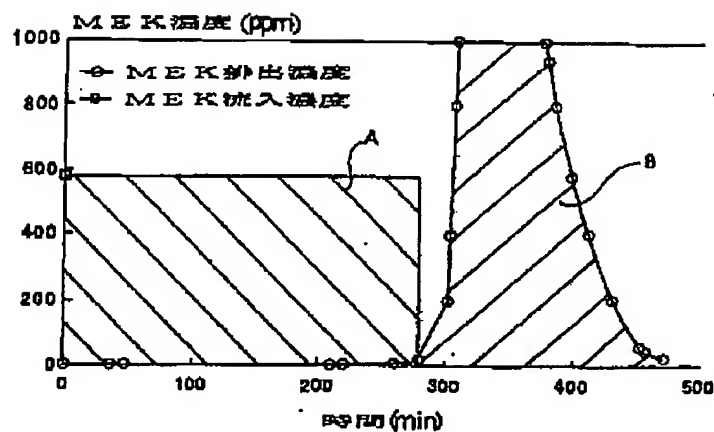
【図2】



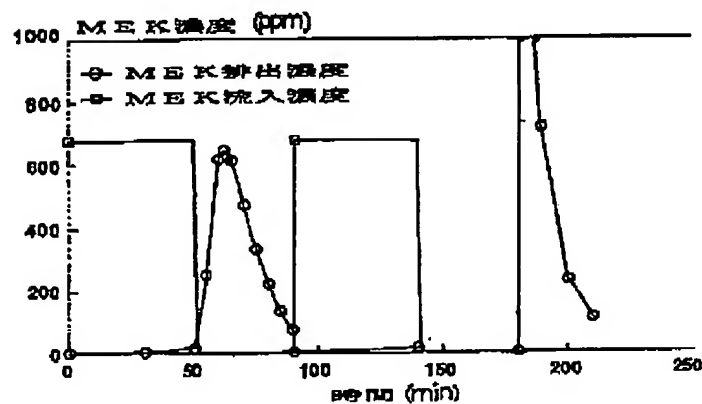
(9)

特開平 1 1 - 1 1 4 3 5 1

【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(72)発明者 山本 俊昭
東京都港区浜松町2丁目7番15号 株式会
社三電舎内

(72)発明者 楊 祿祿
東京都港区浜松町2丁目7番15号 株式会
社三電舎内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.